

A városi levegőszennyezettség hatása az egészségre, különös tekintettel az allergiás légzőszervi betegségekre

Dr. Rudnai Péter

közegészségtan-járványtan szakorvos

főosztályvezető főorvos

Országos Közegészségügyi Központ, Országos Környezetegészségügyi Intézet

A városi levegő minőségében meghatározó jelentőségű gépjárművek levegőszennyező hatására vonatkozó közlemények már a hatvanas években is megjelentek, azonban az emberi egészségre gyakorolt hatások holisztikus megközelítése csak az utóbbi két évtizedre jellemző.

A legfontosabb légszennyező anyagok a városi levegőben

A közúti gépjárművek égéstermékeit többféle gáznemű és szilárd anyag keveréke képezi. A leggyakrabban a következő gázok fordulnak elő: *nitrogén-oxidok* (NO_x), *szén-monoxid* (CO), *szén-dioxid* (CO_2), *nem-metán szénhidrogének* ($NMHC$), *kéndioxid* (SO_2), *formaldehid* ($HCHO$) és *egyéb aldehidek*, *benzol*, *toluol*, *peroxi-acetil-nitrát* (PAN), *akrolein*, *ammónia*, *hidrogén-cianid*, *hidrogén-szulfid*, *metán* és *metanol*. Itt kell megemlítenünk az *ózont* is, ami nem elsődleges égéstermék, hanem a nitrogén-oxidok és a szénhidrogének reakciójából a napfény hatására keletkező másodlagos szennyező.

A szilárd részecskék (angol elnevezésük – *particulate matter* – alapján PM -ként is ismert *aeroszolak*) szulfátokat, nitrátokat, policiklusos aromás szénhidrogéneket (PAH -okat, pl. benzo(a)pirént) és nitroszármazékaikat, valamint toxikus fémeket is tartalmaznak.

A legtöbb vegyület élő szervezetre gyakorolt hatásáról – részben állatkísérletek, részben emberi megfigyelések alapján – rendelkezünk információval. A legfontosabbak a következők.

A *nitrogén-oxidok* gáztüzelés, közlekedés és dohányzás során kerülnek a környezeti levegőbe. Vízben rosszul oldódnak, csak nagy koncentráció esetén érik el a tüdő legmélyebb részeit, a gázcserét lebonyolító léghólyagocskákat (alveolusokat), inkább az azokhoz közeli hörgőcskékben (terminális bronchiolusokban) halmozódnak fel. Mint erős oxidálószer, elsősorban a sejtmembránt és a légutak nyálkahártyáját védő bevonatot károsítják. A légzésfunkcióra gyakorolt hatásuk ellentmondásos: egészségesebben csak alacsony koncentrációban okoznak bronchospazmust (a hörgők falát alkotó simaizomzat görcsét), magasban nem. Krónikus bronchitiszes, asztmás betegekben a légúti ellenállást növelik. E hatás hisztamin-antagonistákkal ellensúlyozható. Epidemiológiai vizsgálatokban tartós NO_2 expozíció esetén $94\text{--}282\mu\text{g}/\text{m}^3$ -es koncentráció mellett a krónikus alsólégúti megbetegedések gyakoriságának fokozódását figyelték meg. A gyermekek és az asztmás betegek különösen érzékenyek az NO_2 hatásaival szemben.

A *kéndioxid* égéstermékekből kerül a környezetbe. Vízben jól oldódik, így orrlégzés esetén nem jut el a mély légutakba, szájlégzés esetén azonban jelentős mennyiség kerül a tüdőbe. Toxikus hatása eredményeként a légúti ellenállást növeli. Állatkísérletben a hörgőmosó-folyadék ($BALF$) vizsgálata gyulladásszerű jelekre utalt.

A *szén-monoxid* a tökéletlen égés terméke. Egészségkárosító hatása elsősorban abban áll, hogy 300-szor erősebben kötődik a haemoglobinhoz, mint az oxigén. Ezáltal megakadályozza, hogy a haemoglobin megkösse és tovább szállítsa az oxigént, és így szervezetszerte oxigénhiányt idéz elő. Ennek következtében elsősorban az oxigénhiány iránt legérzékenyebb szervek (szívizomzat, központi idegrendszer) működésében léphetnek fel zavarok. Különösen érzékenyek erre az ártalomra a károsodott szívizomzatú, a vérszegény és

az agyi keringés zavaraival küszködő betegek, valamint az idős emberek. A krónikus légzőszervi betegek terhelhetősége is jelentősen csökken. Az oxigénhiány károsan befolyásolhatja a magzatok fejlődését is, ami alacsony születési súlyt eredményezhet.

Az *ózon* vízben nem oldódik, így a tüdő legperifériásabb részében, az alveolusokban szaporodik fel. Az epitheliális felszínt borító folyadék (ELF) a szöveteket általában megvédi az ózon károsító hatásától. Az ELF elvékonyodása esetén az O₃ a sejtmembránt károsítja. A légúti nyálkahártya átjárhatóságát (permeabilitását) növeli, így az allergének, a vírusok és a baktériumok könnyebben jutnak át az epitheliumon (fedőhámon).

A *formaldehid* a szénhidrogén vegyületek oxidációja, égése során keletkezik, például a gépkocsik és a repülőgépek üzemanyagának, illetve a tüzelőolaj elégetése, az olajszármazékok lepárlása, hulladékégetés stb. alkalmával. A formaldehid nagy része megkötődik a felső légutak nyálkahártyáján, izgatja a légutak nyálkahártyáját (irritáló hatás), gátolja a légúti nyálkahártyán lévő csillószőrők mozgását, és ezáltal rontja a szervezet helyi védekezőképességét. Allergén, szenzitizáló hatású, ugyanis a sejtfehérjékhez kapcsolódva, azok antigén sajátosságát módosítja. Az irritáló hatás általában 100 µg/m³-t meghaladó koncentráció esetén figyelhető meg, míg a szenzitizáló hatás már ennél alacsonyabb koncentrációk esetén is kimutatható. Krónikus formaldehid expozíciónak kitett emberek körében gyakrabban fordul elő krónikus nátha és köhögés, krónikus légúti szűkület és nehézlégzés. Allergiás vagy gyulladásos légzőszervi betegségben szenvedők különösen érzékenyen reagálhatnak a formaldehid expozícióra.

A formaldehidet az Egészségügyi Világszervezet (WHO) Nemzetközi Rákkutató Ügynöksége (IARC) 2004-ben az emberi daganatkeltő anyagok 1. kategóriájába sorolta, ami annyit jelent, hogy elegendő bizonyíték gyűlt már össze annak megállapítására, hogy a formaldehid mind állatkísérletekben, mind emberben daganatkeltő hatású. Ugyanis magas formaldehid koncentrációjú levegő belélegeztetése állatkísérletekben orrüregi daganatokat idézett elő. Emberben kifejtett daganatkeltő hatást (az orr- és garatnyálkahártya rosszindulatú daganatát és fehérvérűséget) eddig csak magas formaldehid koncentrációjú körülmények között dolgozó munkások körében figyeltek meg.

Az *egyéb illékony szerves szennyezők* is általában nyálkahártya izgatók, szenzibilizálhatnak, és vannak köztük rákkeltők is (pl. benzol).

A városi levegő *szilárd részecske* (PM) szennyezettségének egy része közlekedési eredetű. A szálló porként is emlegetett szennyező anyag különböző kémiai tulajdonságú szemcsék keveréke. A részecskék átmérőjét mikrométerben fejezik ki. A PM10 például az adott levegőmintában lévő por részecskék 50%-ának 10 mikronnál, míg a PM2.5 a 2,5 mikronnál kisebb átmérőjű képviselőinek tömegkoncentrációját jelzi. Minél kisebbek a részecskék, annál mélyebben tudnak lejutni a légutakban. Lényegében csak a belélegezhető (respirábilis), 10 µm-nél kisebb átmérőjű szemcsék (PM10) károsító hatásával kell számolni. Az alveolusokba bejutó ultrafinom savas porrészecskék gyulladást okozhatnak, ami a vér alvadékonyságát is befolyásolhatja, és a légutak védekező funkciói is károsodhatnak. Ennek következtében az egészségesek és a légúti betegek esetében egyaránt a légzőszervi tünetek megjelenése, illetve súlyosbodása észlelhető, a légzésfunkciós értékek romlanak, és idült légzőszervi betegség alakulhat ki, illetve a krónikus gyulladás gyakoribb fellobbanása figyelhető meg. A PM10 károsító hatását jelentősen növelik a szemcsék felületén megkötődő egyéb szennyeződések. **Jelenleg nem ismeretes a PM10 olyan alacsony koncentrációja, amelynél nem kellene az egészségkárosodás kockázatával számolni.**

A *rostok* közül a fékbetétekről leváló azbesztszálak jelenthetnek veszélyt az egészségre. Ismeretes, hogy az azbeszt hosszú lappangási idő után bizonyos daganatos betegségek (tüdőrák és rosszindulatú mellhártya daganat) kialakulását idézi elő.

Az *allergén biológiai szennyezők* által okozott expozíció csak az érzékenyeknél vált ki reakciót, és ez az allergén eltávolítása után megszűnik. Nincs bizonyíték arra, hogy az

egyszeri expozíció egyéb akut vagy krónikus betegség rizikóját növelné, de az ismétlődő behatás krónikus vagy irreverzibilis betegséget okozhat.

A felsorolt különböző anyagok közül gyakran többen egyszerre vannak jelen és egészségre gyakorolt hatásukat is együttesen fejtik ki, esetenként egymás hatását módosítva. A légnemű szennyeződések kombinációja általában additív, azaz összegeződő, kivéve az ózon és a kén-dioxid kombinációt, amely egymást fokozó, szinergista hatású. A szálló por (PM) a légnemű szennyeződések hatását általában fokozza.

A légszennyező anyagok további hatásai

A tüdő a környezeti hatásoknak leginkább kitett szerv, mivel a légzés során naponta mintegy 20 000 liter levegőt lélegzünk be. A többségében többféle ok következtében létrejövő légúti betegségek kialakulásának jelentős részében a levegő szennyezettsége a súlyosbító – ritkábban a kiváltó – tényezők között szerepel.

Hatásmechanizmus szempontjából egyrészt a légutak *gyulladásos reakcióinak* (pl. bronchitisz, azaz hörghurut) kiváltását, másrészt a légutak simaizomzatának *görcsös összehúzódását* (pl. asztma rohamok) kell megemlíteni. A gépjármű-közlekedésből származó levegőszennyező anyagok mindkettő kiváltásában fontos szerepet játszanak. Az *allergia*, főként a pollen-allergia nagyforgalmú területeken megfigyelhető fokozott gyakorisága – többek között – azzal magyarázható, hogy a pollenekre ráakódott porrészecskék megváltoztatják annak felületi antigénjeit és így torzult immunválaszt váltanak ki.

Külön kell szólni a benzin és a dízel-motorok kipufogógázainak hatásáról. Az Egészségügyi Világszervezet (WHO) Nemzetközi Rákkutató Ügynöksége (IARC) értékelése szerint ez utóbbiak humán *daganatkeltő* hatása még erősebb, mint a benzin-motorokból származóké. Közelmúltbeli tanulmányok például 40%-os növekedést találtak a tüdőrák kockázatában a hosszú ideig tartó, foglalkozással összefüggő, magas dízel expozíció esetében. Egy másik, az USA-ban végzett tanulmány adatait felhasználva kimutatták, hogy a leukémiás gyerekek 60%-kal gyakrabban voltak nagy forgalomnak kitéve; azaz 40 méternél közelebb laktak olyan utakhoz, amelyek naponta 5000 vagy ennél több járműforgalmat bonyolítottak le.

A fentiek szerint tehát a levegőszennyezettség szenzibilizálhat és gyulladást provokálhat, ezért a légúti betegségek oka, prediszponáló (elősegítő) faktora és a krónikus betegségek rosszabbodásának okozója egyaránt lehet. A környezetszennyezés károsító hatása az expozíció milyenségén és mértékén kívül a szervezet immunreakciójától függ. Az immunválasz is egyaránt lehet a légzőszervi megbetegedés oka, közvetítője és módosítója. Így tehát a légszennyeződés egészségkárosító hatását, illetve ennek mértékét a gazdaszervezet reakcióképessége alapvetően meghatározza. (3) Régóta ismeretes, hogy a szülők allergiás betegsége meghatározó jelentőségű gyermekük allergiás hajlama szempontjából. (Az már aztán a további környezeti és életmódbeli tényezőktől függ, hogy ez az allergiás hajlam mikor fejeződik ki klinikailag is egyértelmű betegség formájában.) Újabban számos olyan közlemény látott napvilágot, amely egyes enzimek genetikai polimorfizmusában látják az egyéni érzékenységbeli különbségek egyik okát. (4)

A légszennyező anyagok élettani hatásai külső és belső tényezőktől függenek. *Külső tényezők*: az adott szennyező anyag koncentrációja, az anyag toxicitása, más szennyező anyagok szinergista vagy antagonistá hatása, az expozíció időtartama és periódusai, valamint olyan környezeti tényezők, mint páratartalom, hőmérséklet stb. *Belső tényezők*: az exponált szervezet általános állapota és érzékenysége az illető anyaggal, anyagokkal szemben. Ezek eredőjeképpen létrejöhetnek: kellemetlen hatások (pl. bűz,) kórélettani, csak célzott vizsgálatokkal kimutatható elváltozások (pl. légzésfunkció csökkenés), akut vagy krónikus betegségek, vagy halál.

A légszennyezés és a megbetegedések számszerű összefüggései

Az összefüggés a levegő szennyezettsége és az egészségi ártalom között kézenfekvőnek látszik, ennek tudományos igényű bizonyítása azonban gyakran nehézségekbe ütközik. Számos hazai és külföldi vizsgálat eredménye bizonyította, hogy a szennyezett levegőjű területen élő lakosság körében szignifikánsan magasabb a krónikus légzőszervi betegségben szenvedők aránya, mint a tiszta levegőjű területeken. Az egyes szennyező anyagok specifikus szerepének és az egyéb befolyásoló vagy zavaró tényezők jelentőségének megítéléséhez azonban sokkal több olyan konkrét információra van szükségünk, amelyek lehetőséget adnak az összefüggések számszerű kifejezésére is. Erre a tényleges viszonyok között, nagy populáción végzett epidemiológiai vizsgálatok alkalmasak.

Környezetepidemiológiai vizsgálatokban nehezen megoldható problémát jelent a vizsgált személyek teljes expozíciójának – a munkahelyi vizsgálatokhoz hasonlóan – személyi monitorozással történő megállapítása, ezért általánosan elfogadott a vizsgált személyek környezetébe telepített fix monitor által mért értékek felhasználása. Szem előtt kell természetesen tartani azt, hogy az immissziós *koncentrációk* nem azonosak az ott élő személyeket érő *expozícióval*, de jobb híján ezeket használjuk az expozíció becslésére. A különbségtételnek elméleti szempontból igen nagy jelentősége van, azonban a gyakorlat által felvetett problémák megválaszolását a személyi monitorozás hiánya nem akadályozza, hiszen a környezetegészségügyi gyakorlat (szabályozás, helyzetértékelés, intézkedések) során is az immissziós mérések adataira támaszkodunk.

A *mortalitás* (halálozás) és a levegőszennyezettség naponkénti alakulása a 90-es évek elejétől került ismét a nemzetközi kutatás előterébe. Az akut légszennyezés mortalitást növelő hatása döntő részben bronchitisz, tüdőgyulladás és keringési eredetű többlet-halálozásból adódik. Előbb az Egyesült Államokban, majd pedig Európában is összefüggést találtak a levegő szálló-por koncentrációja illetve az összhálózás, valamint a szív- és érrendszeri és a légúti betegségek okozta halálozás naponkénti alakulása között. Hasonló összefüggést figyeltek meg a kén-dioxiddal is, míg a nitrogén-dioxid koncentráció csak az összhálózással mutatott szignifikáns összefüggést, az egyes betegségcsoportok miatti halálózással nem.

1997-től Magyarország (OKI) is bekapcsolódott abba az Európai Közösség által finanszírozott sok-központú vizsgálatba (APHEA), amely a levegőszennyezettség és a halálozás naponkénti alakulásának összefüggéseit vizsgálta. (6) Az 1992-95. évi budapesti adatok elemzése során megállapították, hogy a légzőszervi betegségek miatti halálozás a 15–64 évesek és a 75 évnél idősebbek körében szignifikáns összefüggést mutatott a kéndioxid koncentráció változásával. Az ózon koncentráció nagyfokú (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ -nyi) növekedése mintegy 30%-os (ezen belül 9%-os szív-érrendszeri) halálózási kockázat-növekedést eredményezett a nyári időszakban. A szálló por koncentrációjának emelkedése nyáron 2–5%-kal növelte a vizsgált halálózások kockázatát, télen pedig mintegy 17%-kal a légzőszervi betegségek okozta halálozás kockázatát. A nitrogén-dioxid koncentrációjának emelkedése csak nyáron jelentett fokozott kockázatot a légzőszervi betegségek okozta halálozás szempontjából. (6)

A budapesti levegőszennyezettség hatása az egészségre

A budapesti levegőszennyezettségi és halálózási adatoknak az 1999-ben alakult Levegőszennyezettség és Egészség Információs Rendszer (APHEIS) keretében folytatott további elemzése során a porszennyezettség szerepét vizsgálták. Az 1999-es és a 2000-es budapesti adatok alapján megállapították, hogy a PM10 éves átlagkoncentrációjának 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ -rel történő csökkentése esetén a budapesti halálozások évi száma 487-tel (100 000 lakosra

számítva 28-cal) csökkenne, valamint 150 szív-érrendszeri és 60 légzőszervi betegségek miatti sürgősségi kórházi felvétel lenne megelőzhető. (7)

Sokszorosan bizonyított, hogy a *krónikus obstrukciós légzőszervi és asztmás betegek* állapota rövid és hosszú idejű légszennyezés hatására egyaránt romlik. A légzőszervi tünetek fokozódnak, a légzésfunkció csökken, a gyógyszerfogyasztás emelkedik, és nő a kórházi, illetve a sürgősségi ellátásra való igény. (3) Azonban az még nem kellően ismert, hogy az asztma kialakulásában a környezeti levegőszennyezettségnek milyen szerepe van. (A belsőtéri allergének szerepe inkább tisztázott). Ennek valószínűleg az az oka, hogy még kevés olyan követéses vizsgálatot végeztek, ahol megfelelő mennyiségű expozíciós adat állt rendelkezésre.

A budapesti gyermekgyógyászok által gondozott asztmás gyermekek száma például 1995 és 2003 között egyértelmű, szignifikáns növekedést mutatott (1,88%-ról 2,67%-ra), azonban a mért levegőszennyezettségi adatokkal ez a tendencia nem volt összhangban. (1) Ez felveti annak lehetőségét, hogy a levegőszennyezettség rutinszerűen mért komponensein kívül más, nem mért szennyezők (PM_{2.5}, PM₁₀ vagy egyes illékony szerves szennyezők) szerepével is számolni kell.

Az utóbbi néhány évben azonban mégiscsak született néhány olyan megfigyelés, amely valószínűsíti a levegőszennyezettség (PM, NO₂, SO₂, O₃) és az asztma gyakoriság közötti összefüggést. (2) Hollandiában például egy több mint 4000, születésétől 2 éves koráig követett gyermek körében végzett vizsgálatban a 40 mintavevőhelyen monitorozott közlekedési levegőszennyezettség (NO₂ és PM_{2.5}) és a heveny felsőlégúti hurut, az asztmás nehézlégzés és az orvos által diagnosztizált asztma gyakorisága között szignifikáns összefüggést állapítottak meg.

A megbetegedések típusai

A levegőszennyezés bizonyíthatóan növeli a heveny légúti fertőzések számát, elsősorban a helyi védekezőrendszer károsodása miatt. Nő az antibiotikum-fogyasztás, emelkedik az iskolai és munkahelyi hiányzások száma. (3)

A levegőszennyezettség és a *heveny légzőszervi morbiditás* összefüggéseit világszerte – s így Magyarországon is – elsősorban gyermekek körében vizsgálják. A gyermekek különösen alkalmas indikátor populációt jelentenek a környezeti tényezők hatása szempontjából, mivel általában érzékenyebbek a toxikus ártalmak iránt, mint a felnőttek, viszont az elváltozások még többnyire visszafordítható stádiumban vannak; nagyobb helyhezköttőségük miatt expozíciójuk jobban jellemezhető a lakóhely környékén mért koncentrációval, mint a felnőtteké, és náluk nem kell számolni a munkahelyi expozíció és a dohányzás zavaró hatásával sem.

A heveny légzőszervi megbetegedések a leggyakoribb gyermekkori kórfolyamatok. Etiológiájukban a bakteriális és vírusfertőzések döntő szerepet játszanak, de a népességben megfigyelhető gyakoriságukat (azaz epidemiológiai sajátosságukat) számos tényező befolyásolja. Ezek között vannak olyan tényezők (pl. szocio-kulturális viszonyok, életmód, táplálkozás), amelyek viszonylag tartósan jelen vannak valamely (szub)populációban és csak hosszabb távon változnak. Ezeknek meghatározó szerepe lehet a különböző területek eltérő morbiditásában. Az egyes területek morbiditásában bekövetkező ingadozások pedig inkább a rövidtávon változó tényezők (ide sorolható a levegőszennyezettség is) viszonyaiban beálló változásokkal hozhatók összefüggésbe. Ezek közül néhány szennyező anyag koncentrációját mérjük, de előfordulhat a környezetben számos olyan anyag is, amelyet nem tudunk mérni, csak hatásukat érzékeljük. (8)

Fentiekből következik, hogy a levegőszennyezettség rövid idejű változásainak egészségre gyakorolt hatását igen jól tükrözheti a gyermekek akut légzőszervi morbiditása. Azt is látni kell azonban, hogy a mért koncentrációk és a morbiditás kapcsolatára vonatkozó matematikai-

statisztikai összefüggések a gyermekek heveny légúti megbetegedéseinek csak egy részét érintik, viszont kétségtelenül annál nagyobb részét, minél jelentősebb szerepet játszik ebben a folyamatban a mért szennyező anyag.

A levegőszennyezettség akut hatásának értékelése során a diagnózisokat alapvetően 3 csoportba sorolhatjuk: felső- és alsólégúti hurutok, illetve allergiás komponens is feltételező megbetegedések (pl. asztma-roham, bronchitis spastica). Az egyes légúti szakaszok megbetegedéseinek megkülönböztetését az indokolja, hogy a levegőszennyező anyagok – fizikai tulajdonságaik, elsősorban méretük, illetve vízdékonyságuk függvényében – különböző mélységig képesek a légutakba bejutni és ott hatásukat kifejteni. Ezen túlmenően az alsólégúti hurutok gyakran következményeikben is súlyosabbnak bizonyulnak a gyermek életének későbbi szakaszaiban jelentkező légzőszervi panaszok és tünetek kockázata szempontjából, mint a felsőlégúti hurutok. A hazai vizsgálatok során a bronchitis acuta (heveny hörghurut) morbiditás és a kén-dioxid koncentráció között találták a legerősebb összefüggéseket. (8)

A *légzésfunkció* átmeneti csökkenése egyes levegőszennyező anyagok nagyobb koncentrációi mellett egészséges egyénekben is megfigyelhető. A krónikus légzőszervi betegségben szenvedő gyermekek légzésfunkciója azonban már alacsonyabb, határérték alatti koncentrációk mellett is károsodhat. Az Egyesült Államokban végzett ilyen irányú vizsgálatokat követően Európában is több hasonló vizsgálat folyt. Magyarország (OKI) 1993–95 között vett részt – budapesti és szentendrei helyszínnel – egy 14 munkacsoport által végzett európai vizsgálatban. Budapesten, ahol a csúcskoncentrációk lényegesen magasabb értékeket értek el, mint Szentendrén, a nitrogén-dioxid és a korom szennyezettség szignifikáns mértékben csökkentette a vizsgált asztmás gyermekek kilégzési sebességét, míg ilyen összefüggés Szentendrén nem volt megfigyelhető. (9)

A megbetegedések egyéb összefüggései

Amellett, hogy a levegőszennyezettség fontos szerepet játszik a krónikus légzőszervi betegségek gyakoriságában és súlyosságában, azt is tisztán kell látni, hogy ezek a betegségek többnyire multikauzálisak, azaz több okra visszavezethetők vissza. A levegőszennyező anyagok jelenléte sem korlátozódik kizárólag a külső környezetre, hanem a belső térben is jelen vannak, sőt egyesek éppen ott szaporodnak fel az egészséget veszélyeztető mértékben. Az asztma kifejlődése szempontjából például a legjobban bizonyított kóroki tényező a házipor-atka, amely tipikusan *belsőtéri* szennyező. Az, hogy az allergiás betegségek világszerte gyakrabban fordulnak elő a városokban, mint a falvakban, lehetőséget ad arra, hogy *a városi környezet* kockázati, illetve a *falusi környezet* védő szerepét részletesebben tanulmányozzuk. (5) Az Afrikában (Dél-Afrikában, Etiópiában, Kenyában és Ghanában) végzett korábbi felmérések eredményei hívták fel a figyelmet arra, hogy ezeken a városi környezettől és a nyugati életmódtól mentes területeken az allergiás betegségek gyakorisága nagyon kicsi. Ezt követően számos vizsgálatot végeztek Kínában, Japánban, Koreában, Indiában és Szaud-Arábiában, amelyek hasonlóképpen jelentős különbségeket találtak a városi és a falusi környezetben élők allergia gyakoriságában. Az eredmények a különböző allergének mellett a levegőszennyezettség, az anyagi jólét és a táplálkozás kockázati szerepét is igazolták. Az európai vizsgálatok viszont arra hívták fel a figyelmet, hogy a falusi környezet sem tekinthető egyformán kedvezőnek. A legkisebb allergia gyakoriságot ugyanis azokon a területeken élő népesség körében figyelték meg, ahol „farm-szerű” mezőgazdasági tevékenység folyik. A farmkörnyezet „védő” hatásának magyarázatára felvetették az állatokkal való közvetlen kapcsolat, a nyers tej fogyasztása és a nagyobb endotoxin (bizonyos baktériumfertőzésekre utaló sejtfalméreg) expozíció és bizonyos veleszületett immunitási gének lehetséges szerepét. Mindezek részletesebb tanulmányozása jelenleg is folyik.

A városi környezet szerepének megítélését a szociális helyzet különbözősége tovább bonyolítja. A Dél-Afrikában végzett vizsgálatok a szénanátha gyakoriságot, míg a Zimbabweban és Ghanában végzett felmérések a fizikai aktivitás által kiváltott bronchusgörcs és az allergiás hajlam gyakoriságát magasabbnak találták a jobb anyagi körülmények között élő, mint a szegényebb városi népesség körében. Itt kell megemlíteni az ún. *higiéne elméletet* is. E szerint a fejlett ipari országokban lezajlott környezeti változások eredményeként csecsemőkorban, amikor az immunrendszer még kialakulatlan, sokkal kevesebb bakteriális hatás éri a gyermekeket, mint például falun, ezért immunrendszerük nincs kellően igénybe véve, így kevésbé is fejlődik, és a környezeti allergénekkal felkészületlen állapotban találkozik. Mindezek eredményeképpen allergiás érzékenység illetve betegség alakul ki. A legtöbb vizsgálat eredménye alátámasztja ezt a hipotézist, mivel az urbanizáció fejlődésével általában a higiénes körülmények is jelentősen javulnak.

A városi és a falusi népesség körében megfigyelt allergia gyakoriságában említett különbségeket saját vizsgálataink eredményei is alátámasztják. (10) 1996–2003 között közel 20 000 általános iskolás gyermek egészségi állapotát vizsgáltuk kérdőíves felméréssel, fizikális és légzésfunkciós mérésekkel. A városi környezetben élő gyermekeknek 27%-kal nagyobb esélyük volt az allergiás tünetek kifejlődésére, mint a falusiaknak. Különösen a virágpor- és a gyógyszer allergia gyakorisága volt szignifikánsan magasabb városban, mint falun. A genetikai tényezők szerepét bizonyítja, hogy azok között a gyermekek között, akiknek egyik szülője sem szenvedett allergiában, az allergiás tünetek gyakorisága 21% volt. Az egy allergiás szülővel rendelkező gyermekek 38,5%-ánál, míg a két allergiás szülejű gyermekek 52,5%-ánál jelentkeztek allergiás tünetek. A korai fertőződés lehetőségének védő hatását látszik alátámasztani az a megfigyelés, hogy a zsúfolt lakáskörülmények (szobánként több mint 2 fő) és az idősebb testvér jelenléte egyaránt szignifikánsan csökkentette az allergiás tünetek megjelenésének esélyét. A környezeti tényezők közül a forgalmas útvonal közelsége és a lakásban megjelenő penész, valamint a faforgácslap bútor bizonyult szignifikáns kockázati tényezőnek.

Összefoglalás

Az elmondottakat *összefoglalva*, az allergiás légzőszervi betegségek és a levegőszennyezettség közötti összefüggésekről a következő megállapításokat tehetjük.

A levegőszennyezettség a légúti betegségek oka, prediszponáló (elősegítő) faktora és a krónikus betegségek rosszabbodásának okozója egyaránt lehet. A károsító hatás az expozíció milyenségén és mértékén kívül a szervezet immunreakciójától függ. A környezeti levegő szennyezettségén kívül a belsőtéri allergének (házipor atka, penész) és egyéb belsőtéri szennyezők (pl. dohányfüst, formaldehid), a genetikai és táplálkozási tényezők (beleértve az anyatejes táplálás hiányát), a jó szociális helyzet (és az ezzel összefüggő, számos vegyszerrel ellátott ún. nyugati életmód) és a jó higiénes viszonyok egyaránt fontos kockázati tényezők lehetnek.

Budapest, 2006. április

Felhasznált irodalom:

1. Endre L, Láng S, Vámos A, Bobvos J.: A légszennyezettségi adatok és a gyermekkori asztma prevalenciájának összehasonlítása Budapest 8 kiválasztott kerületében. In: Környezeti Ártalmak és a Légzőrendszer XV. kötet, (Szerk: Szabó Tibor, Bártfai Imre, Somlai János) Hévíz, 2005., 91-104. old.
2. Gilmour MI, Jaakkola MS, London SJ, Nel AE, Rogers CA: How exposure to environmental tobacco smoke, outdoor air pollutants and increased pollen burdens influences the incidence of asthma. *Environ Health Perspect* 114:627-633, (2006)
3. Károlyi Alice, Rudnai Péter, Várkonyi Tibor: A környezeti ártalom szerepe a légzőszervi megbetegedésekben. In: Népegészség, orvos, társadalom (szerk. Glatz Ferenc), Magyar Tudományos Akadémia, Budapest, 1998, 181-201
4. McCunney: Asthma, genes and air pollution. *J Occup Environ Med* 2005, 47 (12):1285-91
5. Nicolau, N, Siddique N, Custovic A: Allergic disease in urban and rural populations: increasing prevalence with increasing urbanisation. *Allergy* 2005; 60: 1357-1360
6. Páldy A, Bobvos J, Vámos A: Levegőszennyezettség rövid távú koncentrációváltozásának hatása a napi halálzásra Budapesten (APHEA-2 vizsgálat). *Budapesti Közegészségügy* 32 (4), 337-342, 2000
7. Páldy A, Bobvos J, Vámos A, Erdei E, Kishonti K: Levegőszennyezés környezetegészségügyi hatásbecslése Budapesten az APHEIS-3 program szerint. *Budapesti Népegészségügy* 36 (3): 244-250,2005
8. Rudnai Péter, Sárkány Endre, Varró Mihály, Kertész Magdolna: A levegőszennyezettség és a gyermekkori akut légzőszervi morbiditás összefüggései. *Egészségtudomány* 39,137-147, 1995
9. Rudnai P, E. Vaskövi, A. Páldy, E. Sárkány, M. Varró, I. Farkas, A. Vámos, K. Mudri, M. Melles, Zs. Szaplóczay, Zs. Homor, E. Pávai, A. Szánthó, G. Hoek: Air pollution and the respiratory health of children: the PEACE Study in Hungary. *Eur. Respir. Rev* 8: 52, 101-107 1998
10. Rudnai P, Virágh Z, Varró MJ: Az allergia prevalenciája és kockázati tényezői 7-11 éves gyermekek körében végzett környezetepidemiológiai vizsgálataink alapján. *Környezeti Ártalmak és a Légzőrendszer XV. kötet*, (Szerk: Szabó Tibor, Bártfai Imre, Somlai János) Hévíz, 2005.,229-236. old.

A tanulmány a Levegő Munkacsoport megbízásából készült 2006-ban.